

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

11000 U.S. PRO
09/874355
06/06/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 9月 26日

出願番号
Application Number:

特願2000-291721

出願人
Applicant (s):

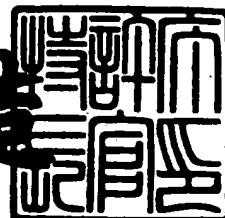
富士写真フィルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3022374

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25601J

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 A61B 1/00

G01N 21/64

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内

【氏名】 千代 知成

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 萤光画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 励起光を被測定部に照射することにより前記被測定部から発生する蛍光の強度に基づいて互いに異なる波長帯域の蛍光画像を撮像する蛍光画像撮像手段と、参照光を前記被測定部に照射することにより前記被測定部から反射される反射光の強度に基づいて反射画像を撮像する反射画像撮像手段と、前記互いに異なる波長帯域の蛍光画像の比に色の表示階調を割り当てて色画像を生成する色画像生成手段と、前記反射画像に輝度の表示階調を割り当てて輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、前記色画像と前記輝度画像を合成して合成画像を生成する合成画像生成手段と、前記合成画像を表示する表示手段とを備えた蛍光画像表示装置において、

前記反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段を備え、

前記輝度画像生成手段が、前記統計量に基づいて前記反射画像に前記輝度表示階調を割り当てるものであることを特徴とする蛍光画像表示装置。

【請求項2】 励起光を被測定部に照射することにより前記被測定部から発生する蛍光の強度に基づいて蛍光画像を撮像する蛍光画像撮像手段と、参照光を前記被測定部に照射することにより前記被測定部から反射される反射光の強度に基づいて反射画像を撮像する反射画像撮像手段と、前記蛍光画像と前記反射画像の比に色の表示階調を割り当てて色画像を生成する色画像生成手段と、前記反射画像に輝度の表示階調を割り当てて輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、前記色画像と前記輝度画像を合成して合成画像を生成する合成画像生成手段と、前記合成画像を表示する表示手段とを備えた蛍光画像表示装置において、

前記反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段を備え、

前記輝度画像生成手段が、前記統計量に基づいて前記反射画像に前記輝度表示階調を割り当てるものであることを特徴とする蛍光画像表示装置。

【請求項3】 前記統計量が、前記強度分布の最大値と最小値の組み合わせ、平均値と標準偏差の組み合わせおよび最大値と最小値と平均値の組み合わせのいずれか1つの組み合わせであることを特徴とする請求項1または2記載の蛍光

画像表示装置。

【請求項4】 前記統計量算出手段が、前記反射画像の一部の所望領域から前記統計量を算出するものであることを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項5】 前記輝度画像生成手段が、前記統計量に基づいて所定の係数を算出し、該係数を乗じた前記反射画像に前記輝度の表示階調を割り当てるものであることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項6】 前記輝度画像生成手段が、前記統計量に基づいて前記輝度の表示階調を示す階調処理関数を決定し、該決定された階調処理関数に基づいて前記反射画像に前記輝度の表示階調を割り当てるものであることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項7】 前記反射光強度を示すデータが、9bit以上の一bit数で示される場合、該データが上位8bit以下のbit数で示されるようビットシフトするビットシフト手段を備え、

前記統計量算出手段が、該ビットシフトされたデータに基づいて前記統計量を算出するものであることを特徴とする請求項1から6いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項8】 前記蛍光画像撮像手段および前記反射画像撮像手段の一部または全部が、生体内部に挿入される内視鏡の形態であることを特徴とする請求項1から7いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【請求項9】 前記励起光の光源が、GaN系の半導体レーザであり、励起光の波長帯域が400nmから420nmまでの範囲内であることを特徴とする請求項1から8いずれか1項記載の蛍光画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、励起光の照射により生体組織から発生した蛍光を測定し、生体組織に関する情報を表す画像として表示する蛍光画像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、生体内在色素の励起光波長領域にある励起光を生体組織に照射した場合に、正常組織と病変組織では発する蛍光強度が異なることを利用して、生体組織に所定波長領域の励起光を照射し、生体内在色素が発する蛍光を受光することにより病変組織の局在、浸潤範囲を蛍光画像として表示する技術が提案されている。

【0003】

通常、励起光を照射すると、図7に実線で示すように正常組織からは強い蛍光が発せられ、病変組織からは破線で示すように微弱な蛍光が発せられるため、蛍光強度を測定することにより、生体組織が正常であるか病変状態にあるかを判定することができる。

【0004】

ところで、励起光による蛍光の強度を画像として表示する場合、生体組織に凹凸があるため、生体組織に照射される励起光の強度は均一ではない。また、生体組織から発せられる蛍光強度は、励起光強度にほぼ比例するが、励起光強度は距離の2乗に反比例して低下する。そのため、光源から遠くにある正常組織よりも近くにある病変組織の方が、強い蛍光を受光する場合があり、励起光による蛍光の強度の情報だけでは生体組織の組織性状を正確に識別することができない。発明者らは、このような不具合を低減するために、異なる波長帯域（480 nm付近の狭帯域と430 nm近傍から730 nm近傍の広帯域）から取得した2種類の蛍光強度の比率を除算により求め、その除算値に基づく演算画像を表示する方法、すなわち、生体の組織性状を反映した蛍光スペクトルの形状の違いに基づいた画像表示方法や、種々の生体組織に対して一様な吸収を受ける近赤外光を参照光として生体組織に照射し、この参照光の照射を受けた生体組織によって反射された反射光の強度を検出して、蛍光強度との比率を除算により求め、その除算値に基づく演算画像を表示する方法、すなわち、蛍光収率を反映した値を求めて画像表示する方法などを提案している。また、異なる波長帯域の蛍光強度の除算値または蛍光強度と参照光の照射による反射光の強度の除算値に色の情報を割り当て、その色の違いにより生体組織の病変状態を画像として示す方法や、さらに、

その色の違いにより生体組織の病変状態を示す色画像と参照光の照射による反射光の強度に輝度の情報を割り当てるにより得られた輝度画像とを合成することにより、生体組織の形状も画像に反映させた凹凸感のある画像を示す方法なども提案している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように色画像と輝度画像を合成して診断画像を得る場合、参照光の照射による反射光の強度が弱いときには、その反射光の強度に基づく輝度画像はモノクロ画像であるため、画像全体が暗くなり、測定対象が視認できない場合がある。例えば、上記技術による蛍光画像表示装置は、多くの場合、体腔内部に挿入される内視鏡や、コルポスコープあるいは手術用顕微鏡等に組み込まれた形に構成されるが、このような形態で構成された装置では、体内挿入部を対象とされる被測定部付近まで挿入したとき、その先端が固定されていないため被測定部との距離が数mmから50mm程度の範囲に及ぶ。従って、体内挿入部先端と被測定部との距離が離れてしまった場合には、上記のように参照光の照射による反射光の強度が弱くなり、その結果輝度画像全体が暗くなり、測定対象が視認できない状況となってしまう。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みて、生体組織の病変状態を色画像と輝度画像が合成された合成画像により示す蛍光画像表示装置において、参照光の照射による反射光の強度が弱い場合でも、十分な輝度を持つ診断画像を表示することができる蛍光画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の蛍光画像表示装置は、励起光を被測定部に照射することにより被測定部から発生する蛍光の強度に基づいて互いに異なる波長帯域の蛍光画像を撮像する蛍光画像撮像手段と、参照光を被測定部に照射することにより被測定部から反射される反射光の強度に基づいて反射画像を撮像する反射画像撮像手段と、互いに異なる波長帯域の蛍光画像の比に色の表示階調を割り当てて色画像

を生成する色画像生成手段と、反射画像に輝度の表示階調を割り当てて輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、色画像と輝度画像を合成して合成画像を生成する合成画像生成手段と、合成画像を表示する表示手段とを備えた蛍光画像表示装置において、反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段を備え、輝度画像生成手段が、統計量に基づいて反射画像に輝度表示階調を割り当てるものであることを特徴とするものである。

【0008】

また、本発明による第2の蛍光画像表示装置は、励起光を被測定部に照射することにより被測定部から発生する蛍光の強度に基づいて蛍光画像を撮像する蛍光画像撮像手段と、参照光を被測定部に照射することにより被測定部から反射される反射光の強度に基づいて反射画像を撮像する反射画像撮像手段と、蛍光画像と反射画像の比に色の表示階調を割り当てて色画像を生成する色画像生成手段と、反射画像に輝度の表示階調を割り当てて輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、色画像と輝度画像を合成して合成画像を生成する合成画像生成手段と、合成画像を表示する表示手段とを備えた蛍光画像表示装置において、反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段を備え、輝度画像生成手段が、統計量に基づいて反射画像に輝度表示階調を割り当てるものであることを特徴とするものである。

【0009】

ここで、上記「蛍光画像の比」および上記「蛍光画像と反射画像の比」とは蛍光画像の各画素値の比および蛍光画像と反射画像の各画素値の比を意味し、各画素値の比とは各画素値の除算値や逆正接関数を示す値など比に基づく演算値であれば如何なるものでもよい。

【0010】

また、上記「蛍光画像の比に色の表示階調を割り当てる」とは、蛍光画像の各画素の比に基づく演算値に、その演算値の大きさに応じて異なる色を示す数値を割り当てる意味である。

【0011】

また、上記「蛍光画像と反射画像の比に色に表示階調を割り当てる」とは、上

記同様、蛍光画像と反射画像の各画素の比に基づく演算値に、その演算値の大きさに応じて異なる色を示す数値を割り当てるなどを意味する。

【0012】

また、上記「反射画像に輝度の表示階調を割り当てる」とは、反射画像の各画素値に、その画素値の大きさに応じて明るさを示す数値を割り当てるなどを意味する。

【0013】

また、上記「強度分布の統計量」とは、強度分布に特徴的な統計量であれば如何なるものでもよいが、例えば、強度分布の最大値と最小値の組み合わせ、平均値と標準偏差の組み合わせおよび最大値と最小値と平均値の組み合わせのいずれか1つの組み合わせとすることができる。

【0014】

また、上記「統計量に基づいて反射画像に輝度表示階調を割り当てる」とは、輝度画像の明るさが常に所定の明るさ以上となるように反射画像の各画素値の統計量に応じて反射画像の各画素に、その画素値の大きさに応じた明るさを示す数値を割り当てるなどを意味する。

【0015】

例えば、輝度画像生成手段は、統計量に基づいて所定の係数を算出し、係数を乗じた反射画像に輝度の表示階調を割り当てるなどをできる。

【0016】

ここで、上記「統計量に基づいて所定の係数を算出する」とは、例えば(1)式により係数を算出することを意味する。

反射光強度分布の平均値を m 、標準偏差を σ 、任意の定数 a 、 b 、 c とすると、輝度の表示階調の上限 $\times a \doteq (m + b \times \sigma) \times c \dots (1)$

【0017】

そして、上記「係数を乗じた反射画像に輝度の表示階調を割り当てる」とは、図5に示すように、反射光の強度分布10を係数を乗ずることにより強度分布20とし、この強度分布20の値に対して表示階調を示す階調処理関数30に従って明るさを示す数値を割り当てるなどを意味する。

【0018】

また、輝度画像生成手段は、統計量に基づいて輝度の表示階調を示す階調処理関数を決定し、決定された階調処理関数に基づいて反射画像に輝度の表示階調を割り当てるようにすることもできる。

【0019】

ここで、「統計量に基づいて輝度の表示階調を示す階調処理関数を決定する」とは、例えば、図6に示すように、階調処理関数30に対して反射画像の強度分布10が図6のように分布した場合、階調処理関数30を階調処理関数40に変更することを意味する。つまり、

輝度の表示階調の上限 $= m + b \times \sigma$

輝度の表示階調の下限 $= m - b \times \sigma$

となるように階調処理関数を書き直すことを意味し、具体的には、変更前の階調処理関数を $f(x)$ 、 $Min = m - b \times \sigma$ 、 $Max = m + b \times \sigma$ としたとき、 $f(x)$ を $f(x - Min / (Max - Min))$ と書き直すことを意味する。

【0020】

そして、「決定された階調処理関数に基づいて反射画像に輝度の表示階調を割り当てる」とは、強度分布10の値に対して階調処理関数40に従って明るさ示す数値を割り当てるなどを意味する。

【0021】

また、統計量算出手段は、反射画像の一部の所望領域から統計量を算出するものとすることもできる。

【0022】

ここで、上記「反射画像の一部の所望領域」とは、例えば、撮像される反射画像の範囲で特に注目して観察したい画像の領域を意味する。

【0023】

また、反射光強度を示すデータが、9 bit 以上の bit 数で示される場合、データが上位8 bit 以下の bit 数で示されるようビットシフトするビットシフト手段を備え、統計量算出手段は、ビットシフトされたデータに基づいて統計量を算出するようにすることができる。

【0024】

ここで、「上位8 bit以下の中bit数で示されるようビットシフトする」とは、反射光強度を示すデータが9 bit以上のbit数でしめされる場合、上位8 bit以下のbitについては丸めこみをして8 bit以下のデータとし、8 bitの汎用統計演算機により演算できるようにすることを意味する。

【0025】

また、蛍光画像撮像手段および反射画像撮像手段の一部または全部は、生体内に挿入される内視鏡の形態を利用することができます。

【0026】

ここで、上記「内視鏡の形態を利用する」とは、蛍光画像撮像手段および反射画像撮像手段の一部または全部が、内視鏡のシステム内部に配設されることを意味する。また、上記「一部」とは、もちろん、励起光と参照光の出射端および蛍光と参照光の照射による反射光の入射端は必ず含まれるものとする。

【0027】

また、励起光の光源は、GaN系の半導体レーザとし、その波長帯域が400 nmから420 nmまでの範囲内とすることができます。

【0028】

なお、本発明による蛍光画像表示装置は、被測定部への白色光の照射により反射される反射光に基づく通常画像を撮像して表示するものと組み合わせてもよい。

【0029】

【発明の効果】

上記のように構成された本発明による第1および第2の蛍光画像表示装置によれば、反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段を備え、輝度画像生成手段が、統計量に基づいて反射画像に輝度表示階調を割り当てるようにしたので、参照光の照射による反射光の強度が弱い場合においても、常に所定の明るさ以上の輝度画像を生成することができ、また、輝度画像のダイナミックレンジを擬似的に拡大することができるので、常に視認可能な画像を提供することができる。さらに、生体内に挿入する内視鏡等を利用した場合には、内視鏡先端

部が被測定部から離れた場合においても所定の明るさ以上の輝度画像を生成することができるので、広い測定距離範囲に渡って視認可能な画像を提供することができる。

【0030】

また、強度分布の統計量を強度分布の最大値と最小値の組み合わせ、平均値と標準偏差の組み合わせおよび最大値と最小値と平均値の組み合わせのいずれか1つの組み合わせとした場合には、統計量の演算を比較的容易に行なうことができ、また、適当な輝度の表示階調を割り当てることができる。

【0031】

また、輝度画像生成手段を、統計量に基づいて所定の係数を算出し、係数を乗じた反射画像に輝度の表示階調を割り当てるものとした場合には、より簡易な演算方法により、適当な輝度の表示階調を割り当てることができる。

【0032】

また、輝度画像生成手段を、統計量に基づいて輝度の表示階調を示す階調処理関数を決定し、決定された階調処理関数に基づいて反射画像に輝度の表示階調を割り当てるものとした場合には、輝度画像のダイナミックレンジを擬似的により拡大することができる。

【0033】

また、統計量演算手段が、反射画像の一部の所望領域から統計量を算出するようにした場合には、統計量の演算量を減らすことができる。

【0034】

また、反射光強度を示すデータが、9 bit 以上の bit 数で示される場合、データが上位 8 bit 以下の bit 数で示されるようビットシフトするビットシフト手段を備え、統計量算出手段が、ビットシフトされたデータに基づいて統計量を算出するようにした場合には、8 bit の汎用統計演算機を使用することができ、演算処理の高速化を図ることができる。

【0035】

また、励起光の光源に、GaN系の半導体レーザを用いれば、安価で小型な光源とすることができます、また、その波長帯域が 400 nm から 420 nm までの範

囲内とすれば、効率よく蛍光を発せられることができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施の形態について図面を用いて説明する。図1は、本発明の蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡の概略構成を示す図である。

【0037】

本実施の形態による蛍光内視鏡は、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部100と、生体組織から得られた情報を画像信号として処理して出力する画像信号処理部1と、画像信号処理部1で処理された信号を可視画像として表示するモニタ600とから構成される。画像信号処理部1は、通常画像用白色光Lw、自家蛍光画像用励起光Lrをそれぞれ射出する2つの光源を備えた照明ユニット110と、この励起光の照射により生体組織50から発生した自家蛍光像Zjと、白色光Lwに含まれる参照光Lsの照射により生体組織50から発生した反射像Zsを撮像し、デジタル値に変換して2次元画像データとして出力する画像検出ユニット300と、画像検出ユニット300から出力された自家蛍光像の2次元画像データから距離補正等の演算を行って、その演算値に色の表示階調を割り当て、また、反射像の2次元画像データに輝度の表示階調を割り当てて、2つの画像情報を合成して出力する画像演算ユニット400と、通常像をデジタル値に変換して2次元画像データとし、その2次元画像データおよび画像演算ユニット400の出力信号をビデオ信号に変換して出力する表示信号処理ユニット500と、各ユニットの制御を行う制御用コンピュータ200とから構成される。

【0038】

内視鏡挿入部100は、内部に先端まで延びるライトガイド101、CCDケーブル102およびイメージファイバ103を備えている。ライトガイド101およびCCDケーブル102の先端部、即ち内視鏡挿入部100の先端部には、照明レンズ104および対物レンズ105を備えている。また、イメージファイバ103は石英ガラスファイバであり、その先端部には集光レンズ106を備えている。CCDケーブル102の先端部には、通常画像用撮像素子107が接続

され、その通常画像用撮像素子107には、反射用プリズム108が取り付けられている。ライトガイド101は、多成分ガラスファイバである白色光ライトガイド101bおよび石英ガラスファイバである励起光ライトガイド101aがバンドルされ、ケーブル状に一体化されており、白色光ライトガイド101bおよび励起光ライトガイド101aは照明ユニット110へ接続されている。CCDケーブル102の一端は、表示信号処理ユニット500に接続され、イメージファイバ102の一端は、画像検出ユニット300へ接続されている。

【0039】

照明光ユニット110は、通常画像用白色光Lwを発する白色光源114、その白色光源114に電気的に接続された白色光源用電源115、白色光源114から射出された白色光を集光する白色光用集光レンズ116、蛍光画像用の励起光Lrを発するGaN系半導体レーザ111、そのGaN系半導体レーザ111に電気的に接続された半導体レーザ用電源112、GaN系半導体レーザから射出される励起光を集光する励起光用集光レンズ113を備えている。また、白色光源114は射出する白色光Lwに、参照光Lsとして利用できる波長帯域の光が含まれているため、参照光源としても利用できる。

【0040】

画像検出ユニット300には、イメージファイバ103が接続され、イメージファイバ103により伝搬された自家蛍光画像または反射像を結像系に導くコリメートレンズ301、自家蛍光画像から励起光近傍付近の波長をカットする励起光カットフィルタ302、その励起光カットフィルタ302を透過した自家蛍光画像または反射像から所望の波長帯域を切り出す光学透過フィルタ303、その光学透過フィルタを回転させるフィルタ回転装置304、その光学透過フィルタを透過した自家蛍光像または反射像を結像させる蛍光用集光レンズ305、蛍光用集光レンズ305により結像された自家蛍光像または反射像を撮像する蛍光画像用高感度撮像素子306、蛍光画像用高感度撮像素子306により撮像された自家蛍光画像または反射像をデジタル値に変換して2次元画像データとして出力するAD変換器307を備えている。

【0041】

上記光学透過フィルタ303は図2に示すような、3種類のバンドパスフィルタ303a、303bおよび303cから構成され、バンドパスフィルタ303aは430nmから730nmまでの波長の広帯域の蛍光像を透過させるバンドパスフィルタであり、バンドパスフィルタ303bは430nmから530nmの狭帯域の蛍光像を透過させるバンドパスフィルタであり、バンドパスフィルタ303cは750nmから900nmの反射像を透過させるバンドパスフィルタである。

【0042】

画像演算ユニット400は、デジタル化された異なる2つの波長帯域の自家蛍光画像信号データを記憶する蛍光画像用メモリ401、反射画像信号データを記憶する反射画像用メモリ403、蛍光画像用メモリ401に記憶された2つの波長帯域の自家蛍光画像の各画素値の比率に応じた演算を行って、各画素の演算値に色の表示階調を割り当てる蛍光画像演算部402、反射画像用メモリ403に記憶された反射画像の各画素値のうち、9bit以上の画素値については、8bitにビットシフトするビットシフト手段409、ビットシフト手段409から出力された各画素値から参照光の照射による反射光の強度分布の統計量を算出する8bitの統計量演算機を備えた統計量算出手段404、統計量算出手段404から出力された統計量に基づいて所定の係数を算出する係数算出手段405、係数算出手段405から出力された所定の係数を反射画像の各画素値に乘ずる係数乗算手段406、係数乗算手段406から出力された各画素値に輝度の表示階調を割り当てる反射画像演算部407、蛍光画像演算部402から出力された色画像と反射画像演算部407から出力された輝度画像を合成して合成画像として出力する画像合成部408を備えている。なお、本実施の形態では、異なる2つの波長帯域の自家蛍光画像信号データを蛍光画像用メモリ401に記憶し、反射画像信号データを反射画像用メモリ403に記憶するようにしたが、蛍光画像用メモリ401と反射画像用メモリ403を共通化してもよい。その場合、その共通化したメモリは狭帯域自家蛍光画像記憶領域、広帯域自家蛍光画像記憶領域および反射画像記憶領域から構成され、光学フィルタ303aを透過した自家蛍光画像は、広帯域自家蛍光画像記憶領域に保存され、光学フィルタ303bを透過

した自家蛍光画像は、狭帯域自家蛍光画像記憶領域に保存され、光学フィルタ303cを透過した反射画像は、反射画像記憶領域に保存されるようすればよい。

【0043】

表示信号処理ユニット500は、通常画像用撮像素子107で得られた映像信号をデジタル化するAD変換器501、デジタル化された通常画像信号を保存する通常画像用メモリ502、通常画像用メモリ502から出力された画像信号および画像合成部408から出力された合成画像信号をビデオ信号に変換するビデオ信号処理回路503を備えている。

【0044】

モニタユニット600は、通常画像用モニタ601、合成画像用モニタ602を備えている。

【0045】

次に、以上のように構成された本実施の形態による蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡の作用について説明する。まず、異なる2つの波長帯域の自家蛍光画像と反射画像を用いて合成画像を表示する場合の作用について説明する。異なる2つの波長帯域の自家蛍光画像撮像時には、制御コンピュータ200からの信号に基づき、半導体レーザ用電源112が駆動され、GaN系半導体レーザ111から波長410nmの励起光Lrが射出される。励起光Lrは、励起光用集光レンズ113を透過し、励起光ライトガイド101aに入射され、内視鏡挿入部100の先端まで導光された後、照明レンズ104から生体組織50へ照射される。

【0046】

励起光Lrを照射されることにより生じる生体組織50からの自家蛍光像は、集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経て、励起光カットフィルタ302に入射する。励起光カットフィルタ302を透過した自家蛍光像は、光学透過フィルタ303に入射される。なお、励起光カットフィルタ302は、波長420nm以上の全蛍光を透過するロングパスフィルタである。励起光Lrの波長は410nmであるた

め、生体組織50で反射された励起光は、この励起光カットフィルタ302でカットされ、光学透過フィルタ303へ入射することはない。

【0047】

制御用コンピュータ200により、フィルタ回転装置304が駆動され、自家蛍光像Zjは、光学フィルタ303aを透過した後、蛍光用集光レンズ305により結像され、蛍光画像用高感度撮像素子306により広帯域自家蛍光画像として撮像され、光学フィルタ303bを透過した後、蛍光用集光レンズ305により結像され、蛍光画像用高感度撮像素子306により狭帯域自家蛍光画像として撮像され、蛍光画像用高感度撮像素子306からの映像信号はAD変換回路307へ入力され、デジタル化された後、蛍光画像用メモリ401に保存される。なお、蛍光画像用高感度撮像素子306により撮像した広帯域自家蛍光画像は、蛍光画像用メモリ401の図示省略した広帯域自家蛍光画像領域に保存され、狭帯域自家蛍光画像は、図示省略した狭帯域自家蛍光画像領域に保存される。

【0048】

反射画像撮像時には、制御用コンピュータ200からの信号に基づき、白色光源用電源115が駆動され、白色光Lwが射出される。この白色光Lwには、波長帯域が750nmから900nmまでの参照光Lsが含まれる。参照光Lsを含む白色光Lwは、白色光用集光レンズ116を透過し、白色光ライトガイド101bに入射され、内視鏡挿入部100の先端まで導光された後、照明レンズ104から生体組織50へ照射される。

【0049】

参照光Lsを含む白色光Lwを照射されることにより生じる生体組織50からの反射像は、集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経て、励起光カットフィルタ302に入射する。励起光カットフィルタ302を透過した反射像は、光学透過フィルタ303に入射される。

【0050】

制御用コンピュータ200により、フィルタ回転装置304が駆動され、反射像は、バンドパスフィルタ303cを透過した後、蛍光用集光レンズ305によ

り結像され、蛍光画像用高感度撮像素子306により撮像され、蛍光画像用高感度撮像素子306からの映像信号はA/D変換回路307へ入力され、デジタル化された後、反射画像用メモリ403に保存される。この時、バンドパスフィルタ303cでは、白色光Lwに含まれる参照光Lsの照射により生体組織50から反射される反射像を透過する。

【0051】

蛍光画像用メモリ401に保存された広帯域自家蛍光画像および狭帯域自家蛍光画像は、蛍光画像演算部402で、各画像の各画素値の比率に応じた演算を行い、その演算値に色の表示階調を割り当て、色画像信号を生成し出力する。また、反射画像用メモリ403に保存された反射画像は、ビットシフト手段409にて9bit以上のデータは8bitのデータにビットシフトされた後、統計量演算手段404に出力され、統計量演算手段404で各画素値の平均値mおよび標準偏差σが算出される。そして、平均値mおよび標準偏差σは係数算出手段405に出力される。係数算出手段405では、上記(1)式に従って係数cが決定され、係数cは係数乗算手段406にて反射画像の各画素値の乗せられ、各画素の演算値は反射画像演算部407に出力される。反射画像演算部407では、各画素の演算値に輝度の表示階調を割り当て輝度画像信号を生成し出力する。

【0052】

蛍光画像演算部402から出力された色画像信号と反射画像演算部407から出力された輝度画像信号は、画像合成部408にて合成され、合成画像信号としてビデオ信号処理回路503に出力される。合成画像信号は、ビデオ信号処理回路503によってD/A変換後にモニタユニット600に入力され、合成画像用モニタ602に表示される。

【0053】

次に、通常画像表示時の作用を説明する。通常画像表示時には、制御用コンピュータ200からの信号に基づき白色光源用電源115が駆動され、白色光源114から白色光Lwが射出される。白色光Lwは、白色光用集光レンズ116を経て白色光ライトガイド101bに入射され、内視鏡挿入部100の先端部まで導光された後、照明レンズ104から生体組織50へ照射される。白色光Lwの

反射光は対物レンズ105によって集光され、反射用プリズム108に反射して、通常画像用撮像素子107に結像される。通常画像用撮像素子107からの映像信号はA/D変換器501へ入力され、デジタル化された後、通常画像用メモリ502に保存される。その通常画像用メモリ502により保存された通常画像信号は、ビデオ信号処理回路503によってD/A変換後にモニタユニット600に入力され、通常画像用モニタ601に可視画像として表示される。

【0054】

合成画像表示時および通常画像表示時における、上記一連の動作は、制御用コンピュータ200によって制御される。なお、上記色画像の生成と輝度画像の生成の作用については、色画像を生成した後、輝度画像を生成して両画像を合成するといった直列的な処理により行なわってもよいし、色画像の生成と輝度画像の生成を同時に行なった後、合成するといった並列的な処理により行なわってもよい。並列的な処理を行なった場合、処理速度の高速化を図ることができる。

【0055】

次に、本発明による第2の実施の形態による蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡について説明する。その構成は、図1に示す第1の実施の形態とほぼ同様であるため、異なる要素のみ図1内に要素番号を記載する。なお、第1の実施の形態と同等の要素についての説明は特に必要のない限り省略する。

【0056】

本実施の形態における蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡は、第1の実施の形態において色画像信号を広帯域自家蛍光画像と狭帯域自家蛍光画像の比を用いて生成していたものを広帯域自家蛍光画像と反射画像の比を用いて生成するようにしたものである。

【0057】

その構成は、第1の実施の形態における画像検出ユニット300の光学透過フィルタ303を光学透過フィルタ701とし、画像演算ユニット400の蛍光画像用メモリ401を蛍光／反射画像用メモリ801としたものである。

【0058】

光学透過フィルタ701は図3に示すような、2種類のバンドパスフィルタ7

01aおよび701bから構成され、バンドパスフィルタ701aは430nmから730nmまでの波長の広帯域の蛍光像を透過させるバンドパスフィルタであり、バンドパスフィルタ701bは750nmから900nmの反射像を透過させるバンドパスフィルタである。

【0059】

また、蛍光／反射画像用メモリ801は広帯域自家蛍光画像記憶領域および反射画像記憶領域から構成され、バンドパスフィルタ701aを透過した自家蛍光画像は広帯域自家蛍光画像記憶領域に保存され、バンドパスフィルタ701bを透過した反射画像は、反射画像記憶領域に保存される。

【0060】

本実施の形態において色画像信号を生成する作用は次の通りである。制御用コンピュータ201により、フィルタ回転装置304が駆動され、自家蛍光像Zjは、バンドパスフィルタ701aを透過した後、蛍光用集光レンズ305により結像され、蛍光画像用高感度撮像素子306により広帯域自家蛍光画像として撮像され、蛍光画像用高感度撮像素子306からの映像信号はA/D変換回路307へ入力され、デジタル化された後、蛍光／反射画像用メモリ801の広帯域自家蛍光画像保存領域に保存され、反射画像Zsは、バンドパスフィルタ701bを透過した後、蛍光用集光レンズ305により結像され、蛍光画像用高感度撮像素子306により反射画像として撮像され、蛍光画像用高感度撮像素子306からの映像信号はA/D変換回路307へ入力され、デジタル化された後、蛍光／反射画像用メモリ801の反射画像保存領域に保存される。

【0061】

蛍光／反射画像用メモリ801に保存された広帯域自家蛍光画像および反射画像は、蛍光画像演算部402で、各画像の各画素値の比に応じた演算を行い、その演算値に色の表示階調を割り当て、色画像信号を生成し出力する。その他の作用については、第1の実施の形態と同様である。

【0062】

また、第1および第2の実施の形態では、反射光の強度分布より統計量として平均値と標準偏差を算出して、所定の係数cを算出するようにしたが、統計量と

して最大値と最小値の組み合わせを利用する場合は、例えば、(2)式により係数cを求めるようにすればよい。

【0063】

最大値をmax、最小値をmin、反射画像に乗ずる係数をc、任意の定数をa、bとすると、

輝度の表示階調の上限×a

$$= ((max + min) / 2 + b \times (max - min) / 2) \times c \quad \dots (2)$$

【0064】

なお、第2の実施の形態については、色画像信号を生成する場合においても反射画像を利用するが、色画像信号生成時は反射画像について上記のような統計量に基づく演算は適用されず、輝度画像信号生成時のみ上記統計量に基づく演算が適用される。

【0065】

上記のように構成された本発明による第1および第2の実施の形態の蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡よれば、反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段404を備え、統計量に基づいて反射画像に輝度表示階調を割り当てるようにしたので、参照光の照射による反射光の強度が弱い場合においても、常に所定の明るさ以上の輝度画像を生成することができ、また、輝度画像のダイナミックレンジを擬似的に拡大することができる。さらに、内視鏡挿入部100の先端部が被測定部から離れた場合においても所定の明るさ以上の輝度画像を生成することができるので、広い測定距離範囲に渡って視認可能な画像を提供することができる。

【0066】

また、強度分布の統計量を強度分布の平均値と標準偏差の組み合わせとしたので、統計量の演算を比較的容易に行なうことができ、また、適当な輝度の表示階調を割り当てることができる。

【0067】

また、統計量演算手段404が、反射画像の一部の所望領域から統計量を算出するようにした場合には、統計量の演算量を減らすことができる。

【0068】

また、統計量に基づいて所定の係数を算出し、係数を乗じた反射画像に輝度の表示階調を割り当てるようとしたので、より簡易な演算方法により、適当な輝度の表示階調を割り当てることができる。

【0069】

また、反射光強度を示すデータが、9 bit 以上の bit 数で示される場合、データが上位 8 bit の bit 数で示されるようビットシフトするビットシフト手段 409 を備え、統計量算出手段 404 が、ビットシフトされたデータに基づいて統計量を算出するようとしたので、8 bit の汎用統計演算機を使用することができ、演算処理の高速化を図ることができる。

【0070】

次に、本発明による第 3 の実施の形態による蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡について説明する。その構成は、図 4 に示す通りであり、図 1 に示す第 1 の実施の形態とほぼ同様であるため、異なる要素のみに要素番号を記載する。なお、第 1 の実施の形態と同等の要素についての説明は特に必要のない限り省略する。

【0071】

本実施の形態における蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡は、第 1 の実施の形態において、輝度画像信号を、反射画像の各画素値の平均値 m および標準偏差 σ を算出し、その平均値 m および標準偏差 σ に基づき係数 c を決定し、その係数 c を反射画像の各画素値に乘じてその演算値に輝度の表示階調を割り当て生成したものを作成する表示階調処理関数を決定し、その表示階調処理関数に基づいて反射画像の各画素値に輝度の表示階調を割り当てるにより輝度画像信号を生成するものである。

【0072】

その構成は、画像演算ユニット 410 が、反射画像用メモリ 403 に記憶された反射画像の各画素値をビットシフト手段 409 にてビットシフトした後、その各画素値から参照光の照射による反射光の強度分布の統計量を算出する統計量算

出手段404、統計量算出手段404から出力された統計量に基づいて階調処理関数を決定する階調処理関数決定手段415、階調処理関数決定手段415から出力された階調処理関数に基づいて反射画像の各画素値に輝度の表示階調を割り当てる反射画像演算部416、蛍光画像演算部402から出力された色画像と反射画像演算部416から出力された輝度画像を合成して合成画像として出力する画像合成部408を備えている。

【0073】

本実施の形態において輝度画像信号を生成する作用は次の通りである。反射画像用メモリ403に保存された反射画像は、ビットシフト手段409にてビットシフトされた後、統計量演算手段404で各画素値の平均値 m および標準偏差 σ が算出される。そして、平均値 m および標準偏差 σ は階調処理関数決定手段415に出力される。階調処理関数決定手段415では、変更前の階調処理関数を $f(x)$ とすると、 $f(x)$ を $f(x - \text{Min} / (\text{Max} - \text{Min}))$ （ここで、 $\text{Min} = m - b \times \sigma$ 、 $\text{Max} = m + b \times \sigma$ ）と書き直すことにより階調処理関数を変更して決定する。

【0074】

輝度画像演算手段416では、その変更された階調処理関数に基づいて反射画像の各画素値に輝度の表示階調を割り当て輝度画像信号を生成し出力する。その他の作用については、第1の実施の形態と同様である。

【0075】

次に、本発明による第4の実施の形態による蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡について説明する。その構成は、図4に示す第3の実施の形態とほぼ同様であるため、異なる要素のみ要素番号を記載する。なお、第3の実施の形態と同等の要素についての説明は特に必要のない限り省略する。

【0076】

本実施の形態における蛍光画像表示装置を適用した蛍光内視鏡は、第3の実施の形態において色画像信号を広帯域自家蛍光画像と狭帯域自家蛍光画像の比を用いて生成していたものを広帯域自家蛍光画像と反射画像の比を用いて生成するようにしたものである。

【0077】

その構成は、第3の実施の形態における画像検出ユニット300の光学透過フィルタ303を光学透過フィルタ701とし、画像演算ユニット410の蛍光画像用メモリ401を蛍光／反射画像用メモリ801としたものである。

【0078】

また、蛍光／反射画像用メモリ801は広帯域自家蛍光画像記憶領域および反射画像記憶領域から構成され、バンドパスフィルタ701aを透過した自家蛍光画像は広帯域自家蛍光画像記憶領域に保存され、バンドパスフィルタ701bを透過した反射画像は、反射画像記憶領域に保存される。

【0079】

本実施の形態における色画像信号を生成する作用は、第2の実施の形態における作用と同様である。また、その他の作用については、第3の実施の形態と同様である。

【0080】

また、第3および第4の実施の形態では、反射光の強度分布より統計量として平均値と標準偏差を算出して、階調処理関数を変更するようにしたが、統計量として最大値と最小値の組み合わせを利用する場合は、例えば、反射光の強度分布の最大値をmax、最小値をmin、任意の定数を α 、 β とすると、

$$\text{輝度の表示階調の上限} = (\text{max} + \text{min}) / 2 + \alpha \times (\text{max} - \text{min}) / 2$$

$$\text{輝度の表示階調の下限} = (\text{max} + \text{min}) / 2 - \beta \times (\text{max} - \text{min}) / 2$$

となるように階調処理関数を書き直すようにすればよい。

【0081】

なお、第4の実施の形態については、色画像信号を生成する場合においても反射画像を利用するが、色画像信号生成時は反射画像について上記のような統計量に基づく演算は適用されず、輝度画像信号生成時のみ上記統計量に基づく演算が適用される。

【0082】

上記のように構成された本発明による第3および第4の実施の形態の蛍光画像

表示装置を適用した蛍光内視鏡よれば、反射光強度の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段404を備え、統計量に基づいて階調処理関数を変更して反射画像に輝度表示階調を割り当てるようにしたので、参照光の照射による反射光の強度が弱い場合においても、常に所定の明るさ以上の輝度画像を生成することができ、また、輝度画像のダイナミックレンジを擬似的により拡大することができる。

【0083】

また、上記第1から第4の実施の形態においては、統計量演算手段404は、反射画像全体の各画素値から統計量を算出するようにしたが、反射画像の一部の所望領域から統計量を算出するようにしてもよい。この場合には、統計量の演算量を減らすことができ、また、より適当な輝度の表示階調を割り当てることができる。

【0084】

また、統計量演算手段404で演算される統計量は、同一フレームにおいてリアルタイムに撮像されている反射画像に基づくものでなくともよく、前のフレームにおいて撮像された反射画像に基づくものとしてもよい。

【0085】

また、通常画像用撮像素子107を内視鏡挿入部100の先端に設置する形態としたが、イメージファイバを用いることにより、画像信号処理部内に設置してもよい。さらに、通常画像用および蛍光画像用のイメージファイバと撮像素子を共通化してもよい。この場合、光学透過フィルタに通常像を得るためのフィルタを設置しておけばよい。また、この通常像を得るためのフィルタを設置した光学透過フィルタと同等の機能を有するモザイクフィルタを撮像素子にオンチップ化することにより、通常画像用および蛍光画像用の撮像素子を内視鏡挿入部先端に設置することもできる。

【0086】

また、合成画像を表示する方法については、通常画像用モニタ601と合成画像用モニタ602とで別々に表示する形態となっているが、1つのモニタで兼用して表示するようにしてもよい。その際、通常画像と合成画像の切換え方法は、

制御用コンピュータにより時系列で自動的に行ってもよいし、測定者が適当な切替手段で、任意に切り換える形態であってもよい。さらに、通常画像と合成画像を重ねあわせて表示してもよい。

【0087】

また、イメージファイバ103は、石英ファイバではなく、多成分ガラスファイバにすることができる。このとき、多成分ガラスファイバに励起光が入射すると蛍光を発するので、励起光カットフィルタ302を、集光レンズ105とイメージファイバ103の自家蛍光像入射端との間に設置する必要がある。石英ファイバから多成分ガラスファイバにすることにより、コストを低減することができる。

【0088】

また、上記各実施の形態において、蛍光画像演算部、反射画像演算部および画像合成部での演算処理は、各画素単位で行うことに限定されず、蛍光画像用高感度撮像素子のピニング処理に対応する画素単位で演算処理を行なったり、測定者の所望する任意の縦横 $n \times m$ 画素単位で行っても良い。

【0089】

また、画像の演算処理を行なっていない領域がある場合には、その領域の表示色を所定の色で表示することにより、演算処理を行なった領域を明確に表示できる。演算処理を行なう画素を間引いた場合などには、近傍の演算処理結果により補間表示を行う。

【0090】

また、励起光源は、波長として 400 nm から 420 nm 程度のいずれのものを選んでもよい。

【0091】

また、励起光源と白色光源を別個のものとしたが、適当な光学透過フィルタを利用することにより光源を共通化してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による蛍光画像表示装置を適用した第1および第2の具体的な実施の形

態である蛍光内視鏡の概略構成図

【図2】

第1および第3の具体的な実施の形態の蛍光内視鏡に使用される光学透過フィルタの概略構成図

【図3】

第2および第4の具体的な実施の形態の蛍光内視鏡に使用される光学透過フィルタの概略構成図

【図4】

本発明による蛍光画像表示装置を適用した第3および第4の具体的な実施の形態である蛍光内視鏡の概略構成図

【図5】

反射画像に所定の係数を乗じて輝度の表示階調を割り当てを行なうことを示す説明図

【図6】

階調処理関数を変更して輝度の表示階調の割り当てを行なうことを示す説明図

【図7】

正常組織と病変組織の蛍光スペクトルの強度分布を示す説明図

【符号の説明】

1、2、3、4 画像信号処理部

10、20 反射光強度の強度分布

30、40 階調処理関数

50 生体組織

100 内視鏡挿入部

101 ライトガイド

101a 励起光ライトガイド

101b 白色光ライトガイド

102 CCDケーブル

103 イメージファイバ

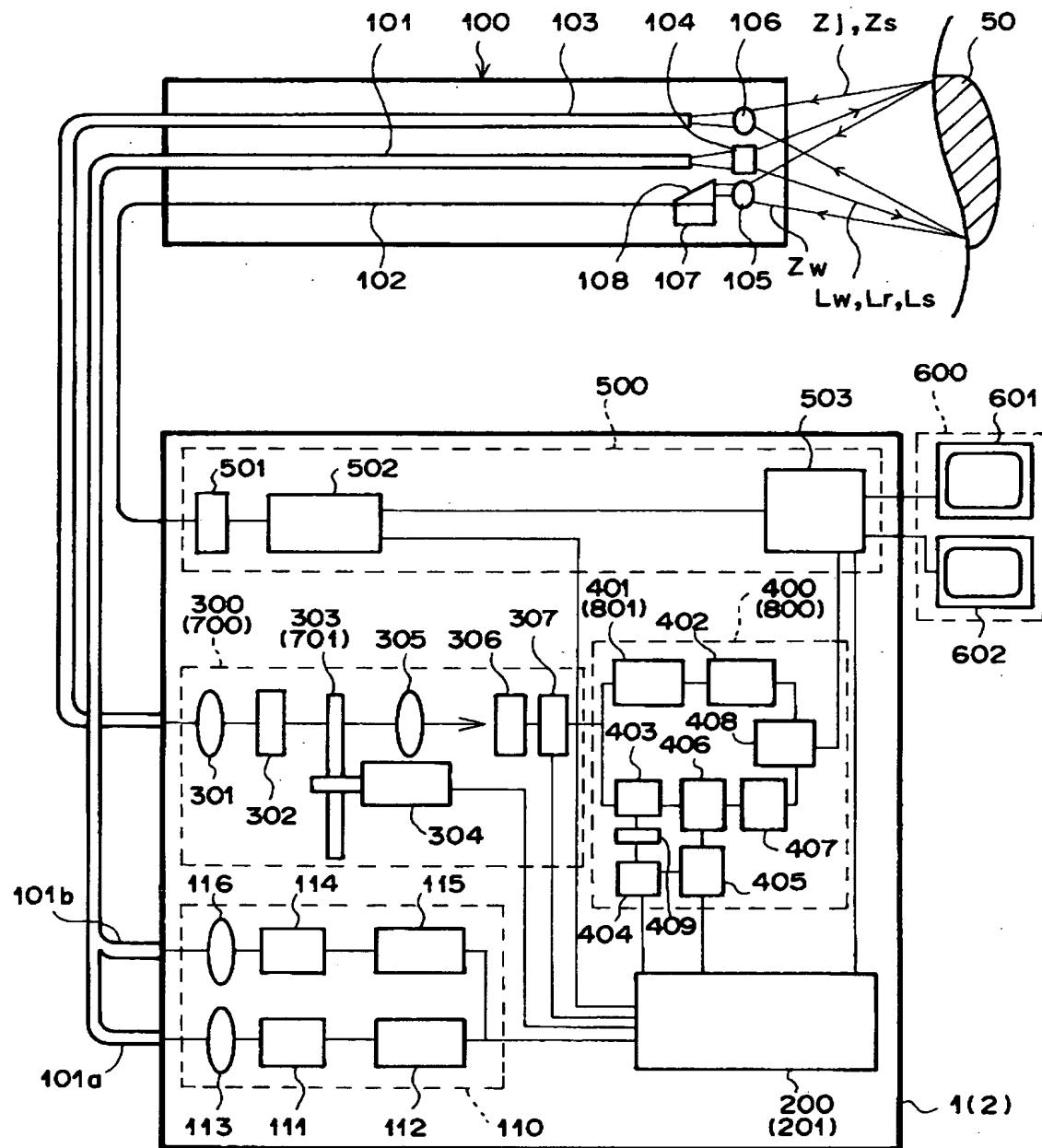
104 照明レンズ

105 対物レンズ
106 集光レンズ
107 通常画像用撮像素子
108 反射用プリズム
110 照明ユニット
111 G a N 系半導体レーザ
112 半導体レーザ用電源
113 励起光用集光レンズ
114 白色光源
115 白色光源用電源
116 白色光用集光レンズ
200、201 制御用コンピュータ
300 画像検出ユニット
301 コリメートレンズ
302 励起光カットフィルタ
303、701 光学透過フィルタ
303a、303b、303c バンドパスフィルタ
701a、701b バンドパスフィルタ
304 フィルタ回転装置
305 融光用集光レンズ
306 融光画像用高感度撮像素子
307、501 A D 変換器
400、800 画像演算ユニット
401 融光画像用メモリ
402 融光画像演算部
403 反射画像用メモリ
404 統計量演算手段
405 係数算出手段
406 係数乗算手段

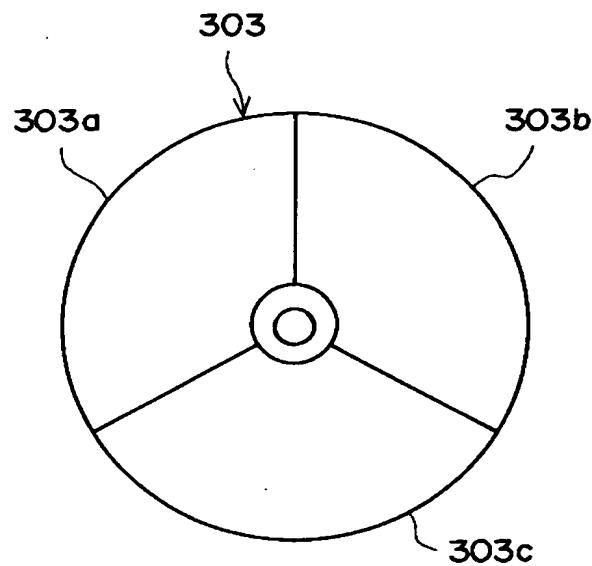
- 407、416 反射画像演算部
- 408 画像合成部
- 409 ビットシフト手段
- 415 階調処理関数決定手段
- 500 表示信号処理ユニット
- 502 通常画像用メモリ
- 503 ビデオ信号処理回路
- 600 モニタ
- 600 モニタユニット
- 601 通常画像用モニタ
- 602 合成画像用モニタ
- 801 蛍光／反射画像用メモリ

【書類名】 図面

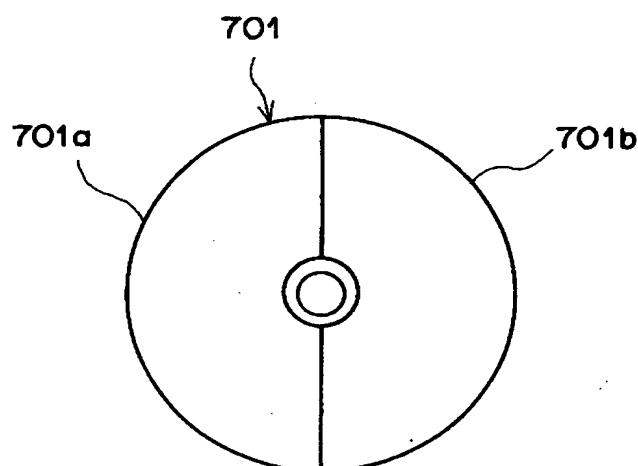
【図1】



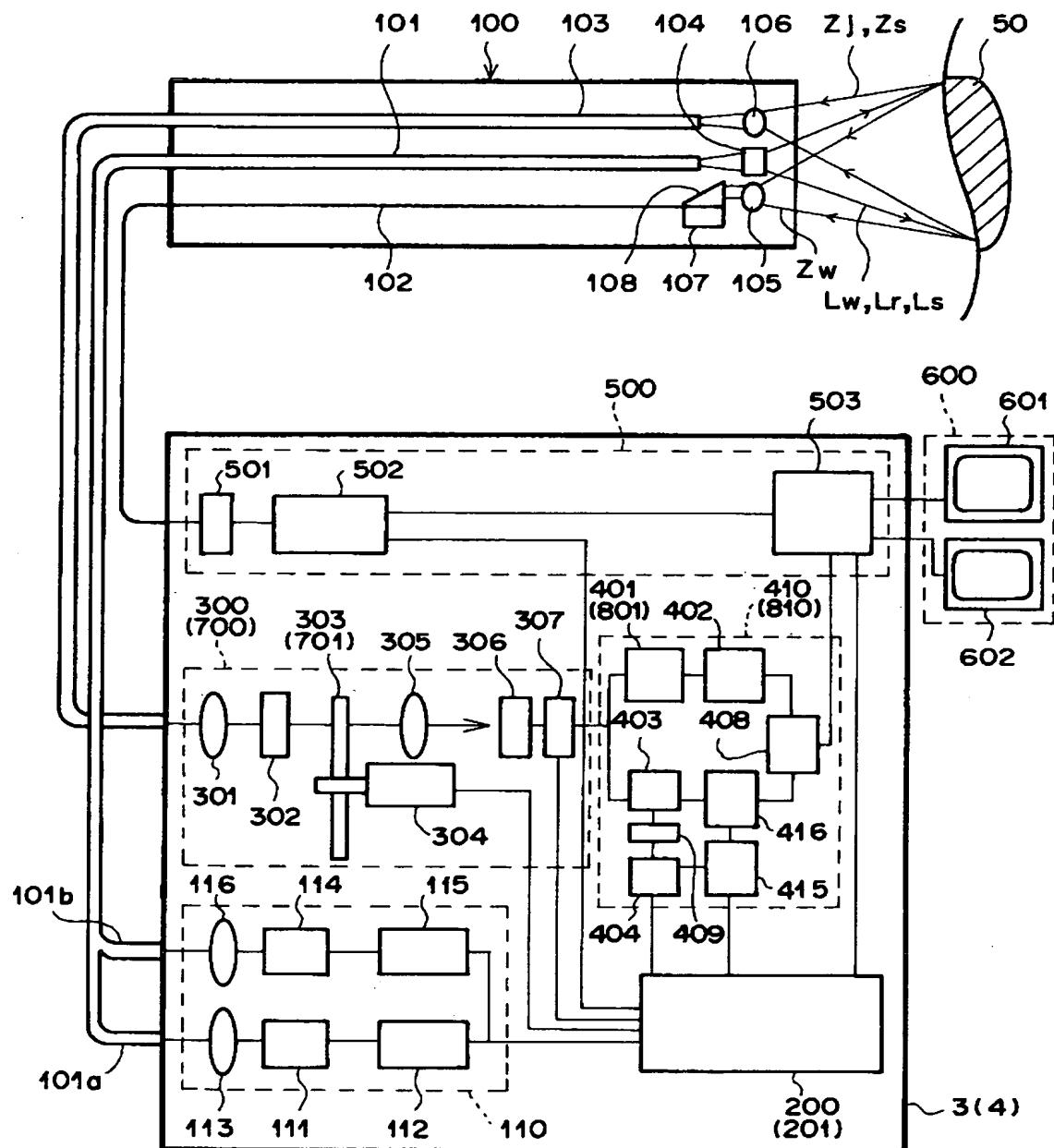
【図2】



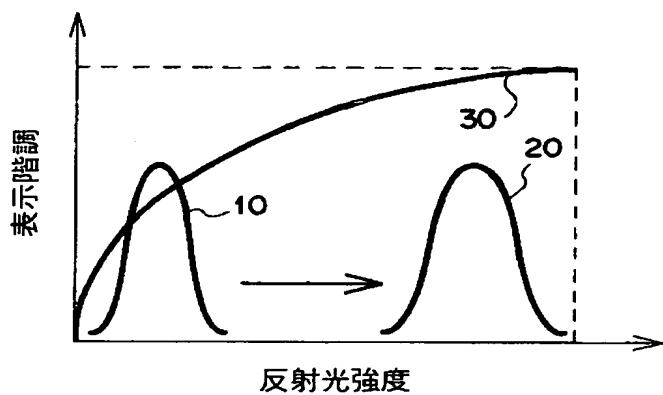
【図3】



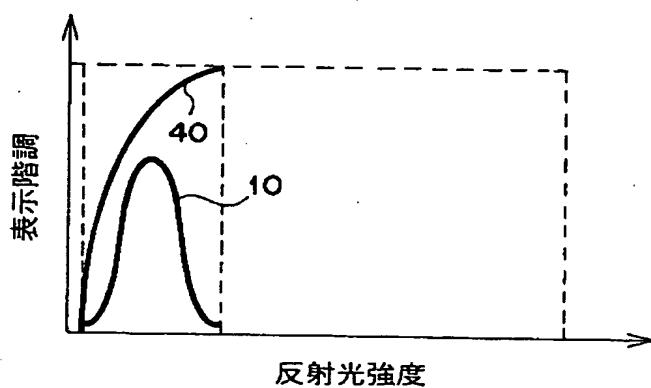
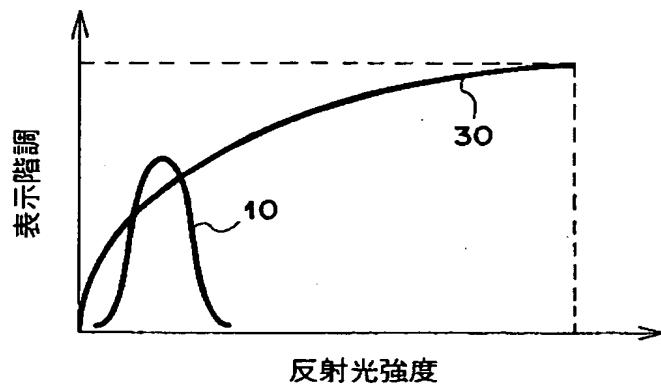
【図4】



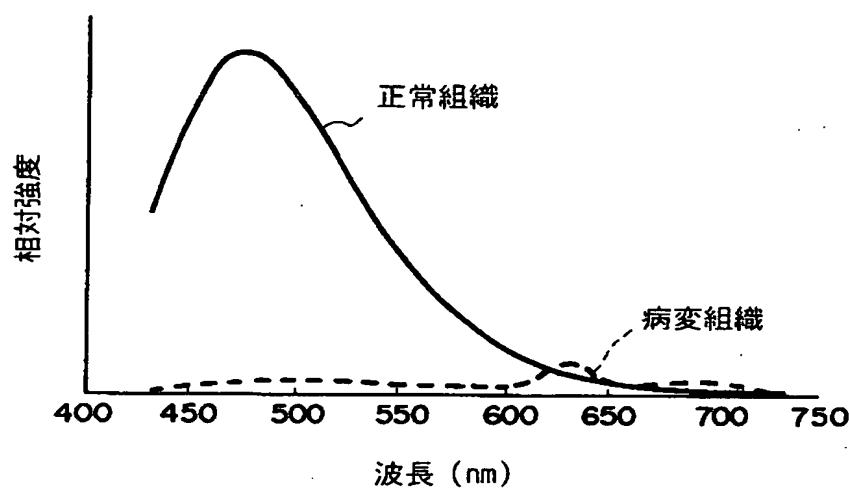
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 生体組織の病変状態を励起光の照射により生体組織から発生する自家蛍光像に基づく色画像と参照光の照射による反射光に基づく輝度画像が合成された合成画像により示す蛍光画像表示装置において、参照光の照射による反射光の強度が弱い場合でも、十分な輝度を持つ診断画像を表示する。

【解決手段】 反射光の強度分布の統計量を算出する統計量算出手段404、この統計量に基づいて所定の係数を算出する係数算出手段415およびその係数を反射画像に乘ずる係数乗算手段416を備え、反射光の強度分布に応じて反射画像に所定の係数を乗じ、その係数の乗せられた反射画像に輝度の表示階調を割り当てる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-291721
受付番号	50001238030
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 9月27日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 9月26日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フィルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フィルム株式会社